สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(7)
สารบาญ	(8)
รายการตาราง	(12)
รายการภาพ	(13)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
ตรวจเอกสาร	2
1. สารลดแรงตึงผิวชีวภาพ	2
2. ประเภทของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ	4
2.1 การจำแนกตามโครงสร้าง	4
2.1.1 ไกลโคลิปิด	4
2.1.2 ลิโปเปปไทด์	6
2.1.3 ฟอสโฟลิปิด กรดไขมัน และนิวทรัลลิปิด	9
2.1.4 สารลดแรงตึงผิวชนิดพอลิเมอร์ริก	9
2.2 การจำแนกตามน้ำหนักโมเลกุล	9
2.2.1 สารลดแรงตึงผิวชีวภาพน้ำหนักโมเลกุลต่ำ	9
2.2.2 สารลดแรงตึงผิวชีวภาพน้ำหนักโมเลกุลสูง	11
3. สารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากจุลินทรีย์	17
4. ประเภทของพอลิเมอร์ชีวภาพ	18
4.1 พอลิเมอร์ชนิดโปรตีน	18
4.2 พอลิเมอร์ชนิดลิปิด	20
4.3 พอลิเมอร์ชนิดพอลิอะมิโนแอซิด	20
4.3.1 พอลิกลูตามิกแอซิด	20
4.3.2 พอลิไลซีน	22

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 พอลิเมอร์ชนิดพอลิแซคคาร์ไรด์	23
5. คุณสมบัติของพอลิเมอร์ชีวภาพ	23
5.1 สารตกตะกอนชีวภาพ	23
5.1.1 กลไกการตกตะกอน	27
5.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนโดยพอลิเมอร์ชีวภาพ	28
5.2 การเกิดเจล	29
5.3 สารยับยั้งจุลินทรีย์	31
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	32
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	33
วัสดุ	33
อุปกรณ์	33
วิธีการวิเคราะห์	34
วิธีการทดลอง	35
1. การเทียบเคียงชนิดของแบคทีเรียทนร้อน 2 สายพันธุ์	35
2. การวิเคราะห์องค์ประกอบและทดสอบคุณสมบัติด้านพอลิเมอร์ของสารชีวภาพจากแบคทีเรียทนร้อน 2 สายพันธุ์	35
2.1 การผลิตสารชีวภาพ	35
2.2 การสกัดสารชีวภาพด้วยเอทานอลและการทำบริสุทธิ์บางส่วน	36
2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของสารชีวภาพที่ผ่านการทำบริสุทธิ์บางส่วน	36
2.4 ศึกษาคุณสมบัติบางประการของสารชีวภาพที่ผ่านการทำบริสุทธิ์บางส่วน	37
2.4.1 คุณสมบัติในการละลาย	37
2.4.2 คุณสมบัติการเกิดเจล	37
2.4.3 คุณสมบัติการเป็นสารตกตะกอน	38
2.4.4 คุณสมบัติการเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์	38
2.4.5 ความเป็นพิษต่อเม็ดเลือดแดง	39

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน น้ำหนักโมเลกุลและการแจกแจงน้ำหนักโมเลกุล	39
3. การทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ	39
3.1 การคัดเลือกเชื้อเบื้องต้น	39
3.2 การสกัดสารชีวภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริกและการทำบริสุทธิ์บางส่วน	40
3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ	40
3.3.1 วิธี Thin-layer chromatography (TLC) : ผลของชนิดและอัตราส่วนของตัวทำละลาย	40
3.3.2 วิธี Fourier-transfrom infrared (FT-IR)	42
3.4 คุณสมบัติการเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์	42
3. ผลการทดลองและวิจารณ์	43
1. การเทียบเคียงชนิดของแบคทีเรียทนร้อน 2 สายพันธุ์	43
2. การวิเคราะห์องค์ประกอบและทดสอบคุณสมบัติด้านพอลิเมอร์ของสารชีวภาพจากแบคทีเรียทนร้อน 2 สายพันธุ์	46
2.1 การผลิตสารชีวภาพ	46
2.2 การสกัดสารชีวภาพด้วยเอทานอลและการทำบริสุทธิ์บางส่วน	49
2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของสารชีวภาพที่ผ่านการทำบริสุทธิ์บางส่วน	51
2.4 ศึกษาคุณสมบัติบางประการของสารชีวภาพที่ผ่านการทำบริสุทธิ์บางส่วน	51
2.4.1 คุณสมบัติในการละลาย	51
2.4.2 คุณสมบัติการเกิดเจล	54
2.4.3 คุณสมบัติการเป็นสารตกตะกอน	55
2.4.4 คุณสมบัติการเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์	55
2.4.5 ความเป็นพิษต่อเม็ดเลือดแดง	56
2.5 การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชัน น้ำหนักโมเลกุลและการแจกแจงน้ำหนักโมเลกุล	56

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
3. การทดสอบคุณสมบัติการเป็นสารลดแรงตึงผิวชีวภาพของแบคทีเรียทนร้อน 2 สายพันธุ์	66
3.1 การคัดเลือกเชื้อเบื้องต้น	66
3.2 การสกัดสารชีวภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริกและการทำบริสุทธิ์บางส่วน	70
3.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ	71
3.3.1 วิธี Thin-layer chromatography (TLC) : ผลของชนิดและอัตราส่วนของตัวทำละลาย	71
3.3.2 วิธี Fourier-transfrom infrared (FT-IR)	74
3.4 คุณสมบัติการเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์ของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพ	77
4. สรุปและข้อเสนอแนะ	79
บทสรุป	79
ข้อเสนอแนะ	80
เอกสารอ้างอิง	81
ภาคผนวก ก	92
ประวัติผู้เขียน	103

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	การผลิตสาร bioemulsan จากจุลินทรีย์ต่าง ๆ	13
2.	คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของสาร RAG-1 emulsan จากเชื้อ *Acinetobacter calcoaceticus* RAG-1	14
3.	การประยุกต์ใช้พอลิเมอร์ชนิดพอลิแซคคาร์ไรด์	24
4.	จุลินทรีย์ที่ผลิตสารตกตะกอนชีวภาพ	26
5.	การเทียบเคียงชนิดของแบคทีเรียทนร้อนสายพันธุ์ CH11 และ FT3 โดยใช้วิธีทางชีวเคมี	45
6.	องค์ประกอบของสารชีวภาพที่ผลิตจากแบคทีเรียทนร้อนสายพันธุ์ *Gemella* sp. CH11 และ *Acinetobacter* sp. FT3 ที่ผ่านการทำบริสุทธิ์บางส่วน	52
7.	ปริมาณธาตุหลักของสารชีวภาพจากแบคทีเรียทนร้อนสายพันธุ์ *Gemella* sp. CH11, *Acinetobacter* sp. FT3 และ PR medium ที่ผ่านการทำบริสุทธิ์บางส่วน	53
8.	หมู่ฟังก์ชันของสารชีวภาพจากแบคทีเรียทนร้อนสายพันธุ์ *Gemella* sp. CH11, *Acinetobacter* sp. FT3 และ PR-medium	60
9.	น้ำหนักโมเลกุลและการแจกแจงน้ำหนักโมเลกุลของสารชีวภาพจากแบคทีเรียทนร้อนสายพันธุ์ *Gemella* sp. CH11, *Acinetobacter* sp. FT3 และ PR medium ที่ผ่านการทำบริสุทธิ์บางส่วน	65
10.	ผลของสารทดสอบต่อสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ผลิตจากแบคทีเรียทนร้อนสายพันธุ์ *Acinetobacter* sp. FT3 บนแผ่น TLC aluminium sheets silica gel 60 F_{254} เมื่อเคลื่อนที่ในอัตราส่วนของตัวทำละลาย chlorofrom : methanol : acetone เป็น 90 : 10 : 6	73
11.	หมู่ฟังก์ชันของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพที่ผลิตจากแบคทีเรียทนร้อนสายพันธุ์ *Acinetobacter* sp. FT3	76

รายการภาพ

ภาพที่		หน้า
1.	โครงสร้างต่าง ๆ ของสารลดแรงตึงผิว ซึ่งเป็นโมเลกุลแอมฟิพาติก	3
2.	โครงสร้างของ rhamnolipids จากเชื้อ *Pseudomonas* sp. และ โครงสร้างของ trehalolipids จากเชื้อ *Rhodococcus erythropolis*.	5
3.	โครงสร้างของ sophorolipids ที่มี lactonic และ acidicรวมอยู่ในโครงสร้างจากเชื้อ *Torulopsis magnoliae (bombicola)* และโครงสร้างของ mannosylerythritol lipids จากเชื้อ *Candida* sp. SY16.	7
4.	โครงสร้างของสารกลุ่ม lipopeptide (A) : surfactin, (B) : Iturin และ (C) : Fengycin	8
5.	โครงสร้างของสารลดแรงตึงผิวกลุ่ม phospholipid จากเชื้อ *Acinetobacter* sp. HO1-N	10
6.	โครงสร้างของสาร RGA-1 emulsan จากเชื้อ *Acinetobacter calcoaceticus* RAG-1	15
7.	โครงสร้างของพอลิกลูตามิกแอซิด (polyglutamic acid : PGA)	20
8.	โครงสร้างของพอลิไลซีน (polylysine : PL)	22
9.	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ของแบคทีเรียทนร้อนสายพันธุ์ CH11 และ FT3	44
10.	การเจริญ การเปลี่ยนแปลงพีเอช และการผลิตสารชีวภาพของแบคทีเรียทนร้อน *Gemella* sp. CH11 เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร PR ที่มี 1% กลูโคส เป็นแหล่งคาร์บอน บนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	47
11.	การเจริญ การเปลี่ยนแปลงพีเอช และการผลิตสารชีวภาพของแบคทีเรียทนร้อน *Acinetobacter* sp. FT3 เมื่อเลี้ยงในอาหารสูตร PR ที่มี 1% กลูโคส เป็นแหล่งคาร์บอน บนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 96 ชั่วโมง	48
12.	ลักษณะของสารชีวภาพที่ผ่านการทำบริสุทธิ์บางส่วนจากแบคทีเรียทนร้อนสายพันธุ์ *Gemella* sp. CH11 และ *Acinetobacter* sp. FT3	50
13.	เปอร์เซ็นต์การแตกตัวของเม็ดเลือดแดงเมื่อใช้สารชีวภาพที่ผลิตจากแบคทีเรียทนร้อน *Gemella* sp. CH11	57
14.	เปอร์เซ็นต์การแตกตัวของเม็ดเลือดแดงเมื่อใช้สารชีวภาพที่ผลิตจากแบคทีเรียทนร้อน *Acinetobacter* sp. FT3	58

รายการภาพ

ภาพที่ **หน้า**

15. ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์แบบ phase contrast ของเม็ดเลือดแดง (คน) ในสารละลายชีวภาพจากแบคทีเรียทนร้อน *Acinetobacter* sp. FT3 ที่ความเข้มข้น 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร 59
16. ลักษณะแถบความถี่ FT-IR spectrum ของสารชีวภาพจากแบคทีเรียทนร้อนสายพันธุ์ *Gemella* sp. CH11 61
17. ลักษณะแถบความถี่ FT-IR spectrum ของสารชีวภาพจากแบคทีเรียทนร้อนสายพันธุ์ *Acinetobacter* sp. FT3 62
18. ลักษณะแถบความถี่ FT-IR spectrum ของสารชีวภาพจากอาหาร PR medium 63
19. ค่าแรงตึงผิวของน้ำหมักที่ได้จากการเลี้ยงเชื้อ *Gemella* sp. CH11 และ *Acinetobacter* sp. FT3 ในอาหารสูตร PR ที่มี 1% กลูโคส เป็นแหล่งคาร์บอน บนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) ที่อุณหภูมิ 45 °C เป็นเวลา 96 ชั่วโมง 68
20. ลักษณะและปริมาณของแถบที่แยกได้จากสารลดแรงตึงผิวชีวภาพซึ่งผลิตโดยแบคทีเรียสายพันธุ์ *Acinetobacter* sp. FT3 โดยวิธีวิเคราะห์บนแผ่น TLC aluminium sheets silica gel 60 F_{254} เมื่อเคลื่อนที่ในอัตราส่วนของตัวทำละลาย chloroform : methanol : acetone เป็น 90 : 10 : 6 72
21. ลักษณะแถบความถี่ FT-IR spectrum ของสารลดแรงตึงผิวชีวภาพจากแบคทีเรียทนร้อนสายพันธุ์ *Acinetobacter* sp. FT3 75